نشریه صنعت لاستیک ایران
سال۲۵/شماره۱۰۰/زمستان۱۳۹۹

علمی- فنی

نانوکامپوزیت‌های آلیاژ NBR/PVC: ساخت، خواص فیزیکی- مکانیکی و رئولوژیکی

NBR / PVC alloy nanocomposites: fabrication, physical-mechanical and rheological properties

چکیده:

در این پژوهش، اثر نانوگرافن و نانو رس بر آلیاژ NBR/PVC با نسبت درصد (۷۰/۳۰) با استفاده از روش اختلاط مذاب مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور تهیه نانوکامپوزیت با عملکرد خوب، پراکندگی یکنواخت نانو ذره ها در بستر آلیاژ NBR/PVC ضروری است، که بر خواص مکانیکی و رئولوژیکی NBR/PVC تأثیر بسزایی دارد. خواص فیزیکی- مکانیکی و رئولوژیکی به دلیل پراکنش خوب نانوذرات و همچنین سازگاری قابل‌قبول NBR/PVC بهبود یافت. همان‌گونه که انتظار می‌رفت، با افزودن نانو ذره‌ها به آلیاژها، گشتاور پخت افزایش یافت. همچنین، زمان برشتگی و زمان پخت بهینه در نانوکامپوزیت‌های حاوی نانوگرافن افزایش قابل‌توجهی نشان داد، درحالی‌که در نانوکامپوزیت‌های تقویت‌شده با نانو رس نتایج عکس دیده شد. در ادامه، در آزمون آسایش از تنش دیده شد که افزایش مقدار نانو ذره‌ها، مدول اولیه را افزایش می‌دهد و سبب کاهش مدول نهایی نمونه‌ها در قبل و بعد از پخت می‌شود. خواص مکانیکی نمونه‌ها شامل استحکام کششی، ازدیاد طول تا شکست، مدول یانگ و سختی با افزایش مقدار نانو افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: آلیاژ NBR/PVC، نانوذره‌ها، رفتار پخت، خواص رئولوژیکی، خواص مکانیکی

نوع مقاله: پژوهشی

محمد برغمدی[۱]، میرحمیدرضا قریشی[۲و*]، محمد کرابی[۳]، سمیه محمدیان گزاز[۴]
۱-دانشجوی دکتری، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، ایران
۲-استاد گروه لاستیک، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، ایران، شماره تماس:۰۹۱۲۱۳۰۱۴۴۳
۳-استاد گروه لاستیک، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، ایران، شماره تماس:۰۹۱۲۳۹۵۳۲۵۰
۴-دانشیار گروه مهندسی شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، شماره تماس:۰۹۱۲۲۳۸۷۰۰۸

* عهده دار مکاتبات:

1- m.barghamadi@ippi.ac.ir
2- *M.H.R.Ghoreishy@ippi.ac.ir
3- m.karabi@ippi.ac.ir
4- s.mohammadian@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۱

مقدمه

لاستیک نیتریل بوتادی‌ان دارای مقاومت به روغن عالی بوده است و طیف گسترده‌ای از دمای کاربری را ارایه می‌دهد. از طرفی، پلی وینیل کلراید به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین پلیمرهای گرمانرم شناخته شده است و دارای ویژگی‌هایی مانند قیمت ارزان، فرآیند پذیری عالی، پایداری شیمیایی خوب و قابلیت اشتعال کم می‌باشد. [۱]

لاستیک نیتریل بوتادی‌ان به دلیل عدم توانایی بلورینگی در اثر کشش دارای خواص مکانیکی ضعیف بوده است و ازآنجاکه در ساختار مولکولی خود پیوند دوگانه دارد، در برابر اوزون، نور خورشید و رطوبت محدودیت کاربرد دارد. از سوی دیگر پلاستیک گرمانرم PVC شکننده و ظرفیت حرارتی آن محدود است، به‌طوری‌که در دماهای بالای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد، شروع به تخریب می‌کند[۳]. به همین دلیل، در سال‌های اخیر پژوهشگران از آلیاژ این دو پلیمر به جهت استفاده از خواص خوب هر یک و پوشاندن نقاط ضعف آن‌ها استفاده کرده‌اند.

آلیاژ NBR/PVC، قدیمی‌ترین آلیاژ تجاری از زمان معرفی آن در ۶۰ سال پیش می‌باشد. PVC با NBR (۲۳ تا ۴۵ درصد اکریلونیتریل) در تمام ترکیب درصدها سازگار است [۳]. از این آلیاژ، به طور گسترده‌ای در صنعت خودرو برای بخش‌هایی از سامانه‌ی تأمین سوخت استفاده می‌شود، زیرا دارای مقاومت خوب در برابر روغن، سوخت و حلال‌ها است .[۴] نانوکامپوزیت‌ها برای پاسخ‌گویی به برخی از نیازهای صنعت مانند فرآیند آسان‌تر و گسترش دامنه خواص پلیمرها، توسعه داده شده‌اند که با تغییر نوع پلیمر، مقادیر نسبی و مورفولوژی هر یک از اجزاء از یکدیگر متمایز می‌شوند [۵]. از زمان کشف نانو ذرات، توجه محققان در سراسر جهان در زمینه‌های مختلف علوم از قبیل زیست‌شناسی، داروسازی، تولید غشا و استفاده به‌عنوان پرکننده در کامپوزیت‌های پلیمری، به آن جلب شده است[۶]. در میان نانو ذرات مختلف، گرافن و نانو رس به علت دارا بودن ساختار دوبعدی، نسبت سطح به حجم بالایی دارند که باعث ایجاد خواص ترمومکانیکی، کششی و رئولوژیکی بسیار خوبی در نانوکامپوزیت حاصل می‌شوند [۷].

گرافن، صفحه‌ای به ضخامت یک اتم و متشکل از اتم‌های کربن به شکل شش‌وجهی لانه‌زنبوری با پیوندهای sp^2 متصل به یکدیگر می‌باشد. این نانوذره، به دلیل ساختار منحصر به فرد خود، دارای استحکام مکانیکی، رسانایی گرمایی و رسانایی الکتریکی فوق‌العاده است به‌طوری که ۲۰۰ برابر قوی‌تر از فولاد می باشد و قوی‌ترین و نازک‌ترین ماده‌ی اندازه‌گیری شده در دنیا محسوب می‌شود [۸].

خاک رس‌ها موادی هستند که به وفور در دسترس می‌باشند و قسمت عمده‌ای از رسوب‌ها و صخره‌ها را تشکیل می‌دهند. پیشرفت‌های اخیر در نانوکامپوزیت‌های پلیمری مربوط به گروه‌های فیلوسیلیکاتی یا خاک رس‌های اسمکتیک می‌باشد. فیلوسیلیکات‌ها از آلومینوسیلیکات‌ها که قسمت اعظم رسوبات معدنی هستند، تشکیل شده‌اند. آن‌ها همچنین به سیلیکات-های لایه‌ای، به خاطر ساختار تشکیل شده از لایه‌های هشت وجهی آلومینیوم و چهار وجهی سیلیسیم که به یکدیگر چسبیده‌اند، معروفند. در میان خاک رس‌های شناخته شده، مونت موریلونیت بیشترین استفاده را در تهیه‌ی نانوکامپوزیت‌های پلیمری دارا می‌باشد [۹].

در این پژوهش، خصوصیات آلیاژ NBR/PVC و اثر افزودن نانوگرافن و نانو رس بر رفتار پخت، خواص رئولوژیکی، خواص مکانیکی و ریخت‌شناسی این آلیاژ مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور تهیه‌ی نمونه‌ها از روش ساده و کم‌هزینه‌ی اختلاط مذاب استفاده شد.

روش کار آزمایشگاهی

فرمول بندی آمیزه های تهیه شده در این پژوهش در جدول (۱) ارایه شده است. پیش از اختلاط، به‌منظور حذف رطوبت، نانو ذره ها درون خشک کن قرار داده شدند. لاستیک NBR در آسیاب دو غلتکی خرد نرم[1] و برای ساخت نانوکامپوزیت با نانو ذره‌ها ترکیب

1. Mastication

شد. از طرف دیگر، PVC با نرم کننده مخلوط شد. آمیزه‌های فاقد[1] مواد پخت توسط مخلوط کن داخلی مجهز به چرخاننده‌ی بنبوری تهیه شدند. پس از آن، آمیزه از مخلوط کن داخلی بیرون آورده شد و مواد پخت به‌منظور تهیه‌ی آمیزه‌ی نهایی[2] بر روی آسیاب دو غلتکی به آمیزه‌ی فاقد مواد اضافه شد.

ریخت شناسی و نحوه پراکنش نانو ذره‌ها در نمونه‌های نانوکامپوزیت، با یک ریز بینی الکترون انتقالی (TEM)[3] بررسی شد.

برای تعیین رفتار پخت و آسودگی از تنش، از دستگاه تحلیل‌گر فرآیند لاستیک مدل RPA2000 استفاده شد.

آزمون کشش نیز بر روی نمونه‌ها انجام شد؛ بدین ترتیب که پس از تهیه نمونه به صورت دمبل، با سرعت مشخصی در دستگاه کشش، تحت کرنش قرار گرفت که استحکام کشش، مدول و ازدیاد طول در نقطه‌ی شکست، از جمله نتایج این آزمون می‌بود. برای تعیین میزان سختی نمونه‌ها، از دستگاه سختی سنج لاستیک‌ها استفاده شد که نمونه‌ی دمبل شکل با ابعاد استاندارد، تحت بارگذاری یک سوزن مطابق استاندارد قرار گرفت. عدد خوانده شده از دستگاه که ناشی از فرورفتن سوزن به میزان ۱ میلی‌متر به درون نمونه می‌باشد، سختی نمونه را نشان می‌دهد.

از آزمون دینامیکی- مکانیکی- حرارتی (DMTA)[4] نیز به‌منظور بررسی میزان سازگاری آلیاژ استفاده شد.

نتایج و بحث

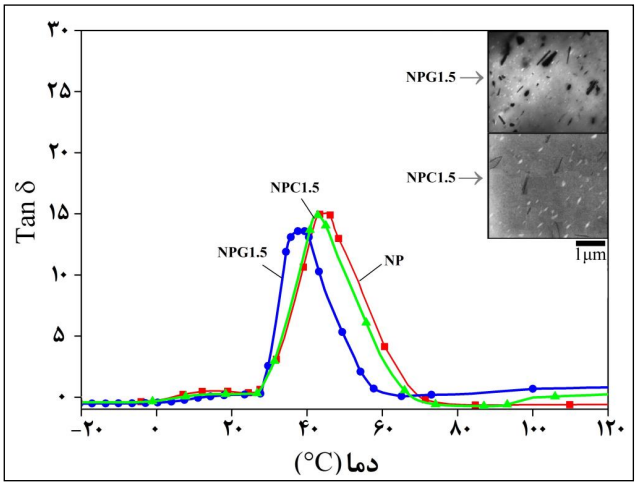
برای بررسی پراکنش نانو ذره‌ها افزوده شده به بستر NBR/PVC و نقش آن‌ها در بهبود سازگاری دو فاز پلیمری، تجزیه و تحلیل TEM و DMTA برای نانوکامپوزیت‌های تقویت شده با ۱/۵ phr از هر دو نانوذره، مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۱) منحنی‌های DMTA و تصاویر TEM سطوح شکست نمونه‌های انتخاب شده را نشان می‌دهد. خطهای مشکی، ناحیه های خاکستری تیره و ناحیه‌های سفید روشن که در تصویر دیده می‌شوند، به ترتیب نمایانگر نانوذره‌ها، لاستیک NBR و پلاستیک PVC می‌باشند. دیدن ذره‌های پراکنده PVC در فاز NBR، نشان دهنده‌ی عدم امتزاج‌پذیری و اندازه‌ی فوق العاده ریز آن بیانگر سازگاری ایده‌آل این دو پلیمر قطبی است. نانو صفحه‌ها نسبتاً خوب در بستر

جدول ۱ فرمول بندی آمیزه‌ی تهیه شده

جزء	مقدار (phr*)		توضیحات
NBR	۷۰		Polimeri Europa، ایتالیا
PVC	۳۰		بندر امام، ایران
نانوگرافن	۰	۱,۵	XG Sciences، آمریکا
نانو رس	۰	۱,۵	سیگما آلدریچ، کانادا
دی اکتیل فتالات	۱۰		LG، کره جنوبی
روی باریم	۱		Chemson، اتریش
اسید استئاریک	۱,۴		Unichema International، مالزی
اکسید روی	۳,۵		رنگینه پارس، ایران
گوگرد	۱		رنگینه پارس، ایران
CBS	۱		Vulkacit CZ، چین
TMTD	۰,۲۵		بایر، آلمان
*Per Hundred Rubber			

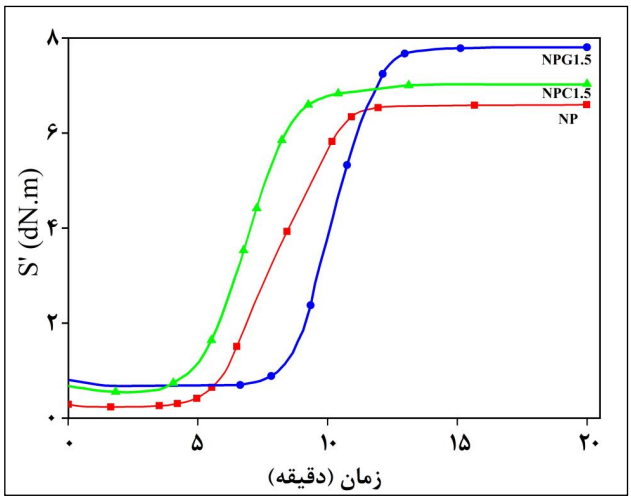
1. Master 2. Final 3. Transmission Electron Microscopy 4. Dynamic Mechanical Thermal Analysis

آمیخته‌ی NBR/PVC پراکنش شده و تجمع‌های زیادی از نانو صفحه ها قابل مشاهده نیست. به عبارت دیگر، در برخی از تصاویر TEM به نظر می‌رسد ساختارهای میان لایه‌ای شده و پرک شده از نانو صفحه ها وجود دارد. نانوکامپوزیت‌هایی که با GNP تقویت شده‌اند، قطره های ریزتری از فاز PVC نسبت به نانوکامپوزیت‌های حاوی OMMT نشان می‌دهند که ممکن است به علت مساحت سطح بیشتر نانوذره های GNP و برهمکنش بهتر آن با دو فاز بستر باشد.



شکل ۱ منحنی DMTA و تصاویر TEM نانوکامپوزیت‌های NBR/PVC پر شده با نانوگرافن و نانورس

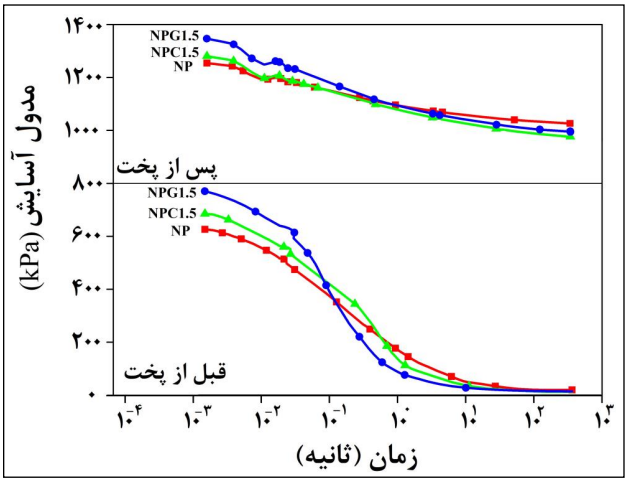
شکل (۲) رئوگرام نمونه‌ها را نشان می‌دهد. با افزایش مقدار نانو صفحه‌ها به ویژه نانوگرافن، گشتاور نهایی پخت افزایش می‌یابد که گیر افتادن نانوذره ها در اتصال های عرضی، دلیلی بر افزایش آن است. همچنین همان‌طور که دیده می‌شود، افزودن نانوگرافن منجر به افزایش برشتگی و زمان پخت شده، در حالی که در مورد نانوکامپوزیت‌های حاوی نانورس، روند عکس دیده شد که توسط محققان دیگر نیز تأیید شده است [۱۰]. یک دلیل احتمالی برای افزایش زمان برشتگی در مورد نمونه‌های حاوی نانوگرافن، مورفولوژی صفحه‌ای این نانوذره ها است که به عنوان یک مانع برای واکنش گوگرد- شتاب دهنده و اکسید روی- شتاب دهنده عمل می‌کند. علاوه بر این، ساختار متخلخل نانوگرافن ممکن است منجر به جذب برخی از اجزای سامانه‌ی ولکانش به سطح آن تأخیر در شروع پخت شود. از سوی دیگر، گروه‌های آمونیوم موجود بر سطح نانوذره ها رس، به تشکیل اتصال های عرضی طی ولکانش کمک می کند و موجب کاهش زمان برشتگی و پخت بهینه می‌شود [۱۱]. همچنین در تمام نمونه‌ها، افزودن نانوذره‌ها، همان‌طور که انتظار می‌رفت، افزایش گشتاور نهایی پخت را به همراه داشت. برهمکنش خوب نانو صفحه‌ها با بستر NBR/PVC سبب افزایش گشتاور مورد نیاز برای تکمیل پخت می‌شود. سرعت پخت نیز که معیاری از سرعت افزایش چگالی اتصال‌های عرضی می‌باشد، با افزایش مقدار نانوذره ها در همه نمونه‌ها افزایش یافته است.



شکل ۲ رئوگرام آلیاژ و نانوکامپوزیت‌های NBR/PVC پر شده با نانوگرافن و نانورس

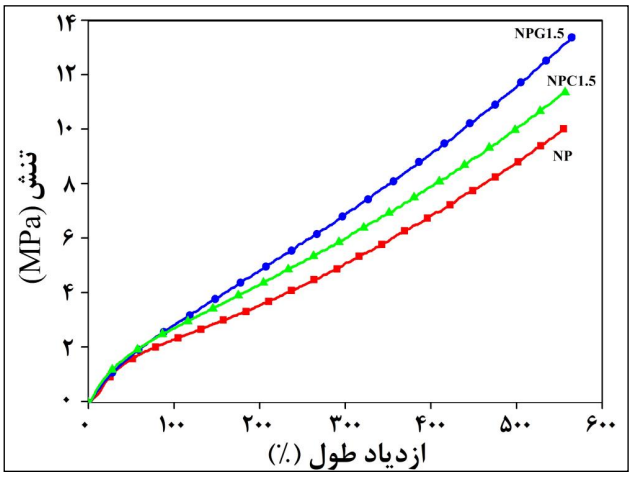
نمودار تغییرات مدول آسایش نمونه‌ها، قبل و بعد از پخت در شکل (۳) آورده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، مدول نهایی نمونه‌ها در حالت پخت نشده، تقریباً برابر صفر بوده و این به معنای آسودگی کامل زنجیرها قبل از پخت است، در حالی که پس از پخت به دلیل محدودیت ایجاد شده توسط پل‌های گوگردی، امکان آسودگی کامل زنجیرها وجود ندارد و مقدار مدول

نهایی به مراتب بیشتری دیده می‌شود. با افزایش مقدار نانوگرافن و نانورس، مدول اولیه نمونه‌ها در قبل از پخت افزایش و بعد از پخت کاهش یافته است. برهمکنش خوب این نانوپرکننده‌ها با بستر NBR/PVC، سفتی نانوکامپوزیت را افزایش داده است و بنابراین با افزایش مقدار نانو، پر کننده روند افزایشی دارد. نانوذره ها گرافن نسبت به نانورس دارای مساحت سطح بالاتر و برهمکنش بیشتر با زنجیرهای پلیمری بوده و تأثیر بیش‌تری بر مدول اولیه و نهایی دارند. همچنین همان‌طور که دیده می‌شود، نمونه‌های پخت نشده به طور کامل از تنش اعمال شده آسوده شده‌اند و مدول نهایی تقریباً نزدیک به صفر داشته اند، درحالی که نمونه‌های پخت شده به علت وجود اتصال های عرضی میان زنجیرهای لاستیک، دارای محدودیت حرکت بوده اند و توانایی آسودگی کامل را ندارند. با افزایش مقدار نانوتقویت کننده، میزان افت در نمودار مدول آسایش نمونه‌ها افزایش یافته است که علت آن شکست ساختار پرکننده در حین اعمال کرنش می‌باشد.



شکل ۳ نمودار مدول آسایش در برابر زمان برای آلیاژ و نانوکامپوزیت‌های NBR/PVC پر شده با نانوگرافن و نانورس در قبل و پس از پخت

نمودارهای تنش-کرنش نانوکامپوزیت‌ها در شکل (۴) نشان داده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، افزایش غلظت نانو ذره‌ها، به‌ویژه نانوگرافن، تأثیر مثبتی بر خواص مکانیکی نمونه‌ها داشته است. با افزایش غلظت نانوذره‌ها، خواص کششی نظیر استحکام، مدول و ازدیاد طول تا شکست افزایش یافته است. با این حال، در مقادیر بیشتر نانوذره‌ها، ازدیاد طول در نقطه‌ی شکست که معیاری از سهولت حرکت زنجیرها است، با توجه به شکل شناسی صفحه‌ای نانوگرافن و نانورس، به دلیل محدودیت حرکت زنجیرها و کاهش قابلیت کشش آن‌ها، به مقدار ناچیزی کاهش یافته است. مطابق تصاویر TEM (شکل ۱)، نانو صفحه‌ها نسبتاً به خوبی پراکنش یافتند و نفوذ مؤثر زنجیرهای پلیمری در فصل مشترک نانوصفحه‌ها حاصل شد. بنابراین تنش اعمال شده، به خوبی از بستر به نانوتقویت کننده انتقال و استحکام کششی افزایش می‌یابد که نتایج آزمون‌های TEM و DMTA را اثبات می‌کند. اثر قابل توجه دیگر در نمودارهای تنش- کرنش این است که با افزایش نانوذره‌ها، مدول نمونه‌ها افزایش یافته است. به تعبیر دیگر، با افزایش نانوصفحات مقاومت نمونه‌ها در برابر تنش اعمال شده بیشتر شده است.



شکل ۴ نمودار تنش- ازدیاد طول آلیاژ و نانوکامپوزیت‌های NBR/PVC پر شده با نانوگرافن و نانورس

آزمون دیگری که به منظور اندازه‌گیری میزان سفتی نمونه‌ها انجام شد، آزمون سختی بود. نتایج حاصل از این آزمون به همراه

سایر پارامترهای حاصل از آزمون کشش در جدول (۲) آورده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود با افزایش هر دو نانو ذره‌ی گرافن و نانورس به بستر NBR/PVC، سختی افزایش می‌یابد که اثر نانوگرافن نسبت به نانورس مشهودتر است که به دلیل مساحت سطح بالاتر و برهمکنش بیشتر این نانوذره با زنجیرهای پلیمری می‌باشد. نفوذ مشکل‌تر سوزن سختی سنج به درون نمونه‌های حاوی درصد ACN بیشتر به علت گشتاور بالاتر این نمونه‌ها، موجب افزایش عدد خوانده شده از سختی سنج می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش خواص آلیاژ NBR/PVC و افزودن نانوذره های گرافن و نانورس به این آلیاژ بررسی شد و نتایج زیر به دست آمد:

- با افزایش نانوگرافن، زمان برشتگی و زمان پخت بهینه آلیاژ افزایش یافت، اما در نانوکامپوزیت‌های حاوی نانورس روند عکس دیده شد. سرعت پخت نیز با افزایش مقدار نانوذره ها افزایش یافت.
- نانوکامپوزیت‌های حاوی نانوگرافن و نانورس، مدول اولیه بیشتر و مدول نهایی کمتر و افت مدول بالاتری نسبت به آلیاژها داشتند.
- استفاده از نانوذرها، منجر به بهبود سازگاری فازهای NBR و PVC شد تصاویر TEM و نمودارهای DMTA این نتیجه را تأیید کردند. همچنین تصاویر TEM نشان دادند که نانوذره ها در بستر NBR/PVC نسبتاً به‌خوبی پراکنش یافتند.
- افزودن نانوذره ها به آلیاژ سبب بهبود استحکام کششی، ازدیاد طول تا شکست، مدول یانگ و میزان سختی شد، در حالی‌که افزایش بیشتر آن، افت ناچیزی در ازدیاد طول تا شکست به دنبال داشت. تأثیر نانوذره های گرافن به مراتب بیشتر بود.

سپاسگزاری

نویسندگان از حمایت‌های شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک صمیمانه تشکر می‌کنند IRM

جدول ۲ خصوصیات مکانیکی برای آلیاژ و نانوکامپوزیت‌های NBR/PVC پر شده با نانوگرافن و نانورس

نمونه‌ها	استحکام کششی (Mpa)	ازدیاد طول در شکست (٪)	مدول یانگ (MPa)	سختی (Shore A)
NP	۱۰/۱ ± ۰/۲۹	۵۵۸ ± ۵۳	۲/۹۱ ± ۰/۱	۶۸
NPC1/5	۱۱/۵ ± ۰/۷۵	۵۶۱ ± ۷۹	۳/۷۶ ± ۰/۳۱	۷۱
NPG1/5	۱۳/۴۹ ± ۰/۵۹	۵۶۷ ± ۷۲	۳/۹۹ ± ۰/۴۷	۷۳

مراجع

[1] Luo Z., Jiang J. (2010). Molecular dynamics and dissipative particle dynamics simulations for the miscibility of poly (ethylene oxide)/poly (vinyl chloride) blends. Polymer (Guildf), 51, 291–299.

[2] Deshmukh K., Khatake S. M., Joshi G. M. (2013). Surface properties of graphene oxide reinforced polyvinyl

chloride nanocomposites. J. Polym. Res, 20, 1-11.
[3] Stelescu M. D. (2013). Polymer Composites Based on Plasticized PVC and Vulcanized Nitrile Rubber Waste Powder for Irrigation Pipes. ISRN Mater. Sci., 1-5.
[4] Maciel A. V., Machado J. C., Pasa V. M. D. (2013). The effect of temperature on the properties of the NBR/PVC blend exposed to ethanol fuel and different gasolines. Fuel, 113, 679–689.
[5] Li H., Wang L., Gu Zh., Li P., Zhang Ch., Gao L. (2010). Study of NBR/PVC/OMMT nanocomposites prepared by mechanical blending. Iranian Polymer Journal, 19, 39-46.
[6] Liu M., Liu R., Chen W. (2013). Graphene wrapped Cu2O nanocubes: non-enzymatic electrochemical sensors for the detection of glucose and hydrogen peroxide with enhanced stability. Biosens. Bioelectron, 45, 206–212.
[7] Jiang G., Lin Z., Chen C., Zhu L., Chang Q., Wang N. (2011). TiO2 nanoparticles assembled on graphene oxide nanosheets with high photocatalytic activity for removal of pollutants. Carbon N. Y., 49, 2693–2701.
[8] Sadasivuni K. K., Ponnamma D., Thomas S., Grohens Y. (2014). Evolution from graphite to graphene elastomer composites. Prog. Polym. Sci., 39, 749–780.
[9] Gupta R. K., Kennel E., Kim K.J. (2009). Polymer nanocomposites handbook. CRC press, Boca Raton.
[10] Choi D., Kader M. A., Cho B., Huh Y., Nah C. (2005). Vulcanization kinetics of nitrile rubber/layered clay nanocomposites. J. Appl. Polym. Sci., 98, 1688–1696.
[11] Varghese T. V, Kumar H. A., Anitha S., Ratheesh S., Rajeev R. S., Rao V. L. (2013). Reinforcement of acrylonitrile butadiene rubber using pristine few layer graphene and its hybrid fillers. Carbon N. Y., 61, 476–486.

NBR / PVC alloy nanocomposites: fabrication, physical-mechanical and rheological properties

M. Barghamadi[1], M.H.R. Ghoreishy[2,*], M. Karabi[3], S. Mohammadian Gazaz[4]

1. PhD student, Iran Polymer and Petrochemical Research Institute, Tehran, Iran
2. Professor of Rubber Department, Iran Polymer and Petrochemical Research Institute, Tehran, Iran, Contact Number: 09121301443
3. Professor of Rubber Department, Iran Polymer and Petrochemical Research Institute, Tehran, Iran, Contact Number: 09123953250
4. Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Payame Noor University, North Tehran, Department of Chemical Engineering, Tehran, Iran, Contact Number: 09122387008

*Corresponding author Email: M.H.R.Ghoreishy@ippi.ac.ir

Abstract: In this study, the effect of nanographene and nanoclay on NBR / PVC alloy with a percentage ratio 70.30 was investigated using the melt mixing method. In order to prepare a well-performing nanocomposite, uniform dispersion of nanoparticles in the NBR / PVC alloy bed is essential, which has a significant effect on the mechanical and rheological properties of NBR / PVC. Physico-mechanical and rheological properties were improved due to good nanoparticle dispersion as well as acceptable NBR / PVC compatibility. As expected, the sintering torque increased with the addition of nanoparticles to the alloys. Also, the shear time and optimum curing time in nanocomposites containing nanographene showed a significant increase, while in nanocomposites reinforced with nanoclay, the opposite results were seen. Then, in the stress comfort test, it was seen that increasing the amount of nanoparticles increases the initial modulus and decreases the final modulus of the samples before and after firing. The mechanical properties of the samples including tensile strength, elongation to fracture, Young's modulus and hardness increased with increasing amount of nanoparticles.

Keywords: NBR / PVC alloy, nanoparticles, curing behavior, rheological properties, mechanical properties.